

lectura i sense escriptura. I, si no hi ha estudi, no hi ha aprenentatge. I, cal dir-ho també, els models mediàtics i socials no hi ajuden gens ni mica.

D'aquestes actituds —que l'únic que porten són desengany i frustració entre els escolaritzats— no en són responsables els docents —siguin docents de matemàtiques o de qualsevol altra matèria— o, en tot cas, no només en són responsables ells. En som responsables una mica tots plegats i molt particularment els que susciten els models a admirar i, de retruc, a imitar, basats, en moltes ocasions, en el triomf, el poder i el diner. No pas en el saber —qui respecta avui un home o una dona savis? i el que és més trist encara, qui respecte un professor, una professora?<sup>4</sup>— ni en el coneixement. Ningú pensa que, darrere d'una persona formada hi ha esforç, dedicació i sacrifici, sobretot si no excel·leix en els àmbits indicats. Hi ha una responsabilitat social i política col·lectiva que cal encarar amb valor i decisió.

Potser és un problema irreversible —no ho sé—, però, ho sigui o no, s'ha de ser molt menys exigent amb certs resultats escolars perquè en són el fruit directe. L'escola és un reflex de la societat alhora que la societat és, a la llarga, el resultat d'allò que hàgim aconseguit transmetre a l'escola.

Per això, sigui el model de societat que s'imposi —i cada cop sembla més clar que no és gaire afí amb l'esforç i l'estudi—, és precís que ja, des d'ara mateix, les facultats de matemàtiques posin fil a l'agulla, si creuen —com jo— que és responsabilitat seva formar els docents de matemàtiques que, al seu torn, formaran els nois i noies que vulguin aprendre, tot estudiant, les matemàtiques que necessiten. Perquè, malgrat tot el que he dit, sempre hi ha nois i noies, sortosament, que volen aprendre, que volen saber, que volen conèixer. Cal tenir-los en compte i respectar-los. A ells devem el nostre esforç i són els que justifiquen, en bona part, la tasca dels que ens dediquem a ensenyar.<sup>5</sup>

Josep Pla i Carrera  
Facultat de Matemàtiques, UB

## El tractament integrat de la formació del professorat de matemàtiques

### 1. Una formació estructurada entorn a l'estudi de certes qüestions problemàtiques

Qualsevol procés de formació —ja sigui la formació obligatòria per a tots els ciutadans, la formació del professorat o qualsevol altra—, pren sentit a partir d'un conjunt de *qüestions problemàtiques* a les quals es necessita que els estudiants o persones en formació puguin donar resposta. Pot ser que la intenció explícita dels estudiants individualment considerats no sigui respondre a determinades qüestions, i pot passar fins i tot que la institució de formació arribi a «oblidar» les qüestions que se situen a l'origen de la seva missió. Tanmateix,

la dialèctica entre *qüestions problemàtiques* i *construcció de respostes* seguirà sent, en última instància, la raó que fonamenta l'estudi com a activitat i l'Escola com a institució. Des de l'antiga Grècia la Scholè<sup>6</sup> s'estableix com a «zona protegida» que permet interrompre el flux quotidià de les activitats de la vida per poder reflexionar sobre aquestes activitats, qüestionar-les, analitzar les respostes que se'ls dona habitualment i treballar per produir noves propostes de solució que ajudin a millorar les condicions de la vida en comú. Al mateix temps l'Escola acomplirà la seva funció en la mesura que sigui capaç de fer que les respostes elaborades al seu

<sup>4</sup>Un fet deplorable de la situació en què es troba avui l'ensenyament a casa nostra és la situació de desprestigi, de tota índole, amb què són considerats els professors i professores per part dels estudiants, dels pares, dels polítics, i de la societat en general. Només cal atendre a la pèrdua del respecte amb què han de treballar, quelcom que sembla natural a tothom. La disciplina, és clar, no és un valor en el procés d'aprenentatge que s'hagi de defensar com a quelcom necessari i irrenunciable en el procés ensenyant/alumne. Aquí hi ha tot un tema que caldria reconduir: la igualtat en els drets/la desigualtat en la funció.

<sup>5</sup>Quan ja havia escrit aquestes ratlles, l'Antoni Benseny m'ha fet a mans l'article de «la contra» de *La Vanguardia* del dia 20 de maig: «Al final la política de veritat son números.»

<sup>6</sup>En grec, *skholé* significa oci, temps lliure, descans; pau, tranquil·litat; estudi, escola; treva. Les idees que exposem aquí es troben més desenvolupades a Chevallard (2003).

interior esdevinguin efectives allà on sorgeixen les qüestions, on neixen els problemes.

Malauradament, la dialèctica entre qüestions i respostes sembla que ha deixat d'existir fa temps en l'ensenyament escolar de les disciplines tradicionals (i en particular de les matemàtiques). En efecte, l'evolució del currículum escolar mostra un tancament progressiu de les disciplines, que les aparta del món exterior on es plantegen les qüestions a les quals aquestes disciplines donen resposta, i que acaba desembocant en un veritable *autisme disciplinar*. L'oblit de les qüestions ve molt sovint associat a una *veneració de les respostes* que l'Escola presenta com a obres «santificades», i immotivades, ensenyades per si mateixes, com a «monuments» històrics, perquè ja no se sap donar-los cap altre sentit.

En el cas de la formació del professorat de matemàtiques defugirem òbviament el caràcter «monumentalista» que ens portaria a enunciar el conjunt de coneixements que l'alumne-professor hauria d'adquirir (o «visitar»). Cal partir de la dialèctica qüestions-respostes i basar la formació del professorat en l'*estudi de les qüestions problemàtiques* a les quals el professor haurà de respondre quan s'incorpori a la professió. Val a dir que quan parlem de qüestions problemàtiques no ens referim a l'àmbit estret de les necessitats personals dels futurs professors, sinó als problemes i necessitats de la *professió de professor de matemàtiques*, necessitats que són inherents al propi *sistema d'ensenyament* de les matemàtiques.

Abans d'examinar aquest conjunt de qüestions que anomenarem la *problemàtica docent del professorat de matemàtiques*, volem subratllar dos aspectes essencials i complementaris d'aquesta problemàtica.

a) *El caràcter institucional de la problemàtica docent*

Quan, des de l'administració educativa, s'emfatitza la importància de la *formació del professorat* com a factor cabdal de la «qualitat» de l'ensenyament, s'acostuma a posar l'accent en el professor com a *individu*, més que no pas com a *subjecte d'una institució*. Sembla que es redueix així la capacitat educativa del *sistema*

*d'ensenyament* a la suma del que cada professor pot oferir a la seva classe. En aquesta situació hi ha una propensió a considerar que tota la problemàtica educativa es pot concentrar en l'activitat a l'aula, com si aquesta fos la unitat d'anàlisi universal, és a dir, l'àmbit elemental tant des d'un punt de vista teòric com empíric, idoni per interpretar, descriure i actuar sobre qualsevol problema docent. Es tracta d'una perspectiva simplista però molt estesa que, implícitament, redueix a un únic actor —el professor— i a un únic factor —la seva formació— els mitjans de què disposa la societat per tal de fer evolucionar el sistema d'ensenyament.<sup>7</sup>

b) *La problemàtica docent és una problemàtica oberta*

Sense negar la importància de la formació del professorat, no hem d'oblidar-ne les limitacions per fer evolucionar el sistema d'ensenyament. Aquestes limitacions provenen, en primer lloc, del fet que el desenvolupament del sistema depèn de factors institucionals més que personals, sense oblidar que, avui dia, les qüestions que constitueixen la problemàtica docent són, en gran mesura, qüestions *obertes* i, com a tal, *problemàtiques*. Això significa que en general no existeixen respostes preestablertes que el professor pugui aprendre i que li siguin fàcilment adaptables a cada situació. Per exemple, i com testimonien els estudis temàtics de la International Commission on Mathematical Instruction,<sup>8</sup> avui dia no hi ha una resposta establerta al problema de com ensenyar la geometria, com ensenyar l'àlgebra, com introduir les noves tecnologies a l'aula de matemàtiques o com ensenyar la matemàtica com a instrument de modelització. El problema no és que les respostes siguin més o menys difícils d'ensenyar o d'aprendre en un suposat procés de formació del professorat. El problema és que les respostes no existeixen i s'han de construir en cada cas. Com a conseqüència, hem d'acceptar que no sabem quines són les «competències» que hauria de tenir un professor de matemàtiques de secundària per tal de realitzar adequadament les seves tasques professionals i que, per tant, no podem utilitzar-les com a criteri per estruc-

<sup>7</sup>Aquesta idea dominant no és innocent: si la formació del professorat fos el factor principal del qual depengués la «qualitat de l'ensenyament», llavors totes les mancances del sistema tindrien el seu origen en els déficits d'aquesta formació.

<sup>8</sup>Els ICMI Studies es poden consultar a: <http://www.mathunion.org/Organization/ICMI/ICMIstudies-org.html>.

turar la seva formació. A més, i aquest és un punt essencial, si les competències que requereix la professió de professor fossin ben conegudes i existís un sistema de formació que permetés adquirir-les, llavors la falta de formació i, en última instància, les mancances del sistema d'ensenyament serien responsabilitat dels professors com a individus i estaríem, en certa manera, «negant» el problema de la formació del professorat.<sup>9</sup>

## 2. El caràcter unitari de la problemàtica docent

Quines són les qüestions problemàtiques a les quals ha d'aportar resposta la formació del professorat de matemàtiques? I com es poden estructurar per tal d'organitzar un programa de formació basat en el seu estudi? Culturalment, s'ha creat una separació radical entre les qüestions docents més *genèriques* que es poden formular amb independència del contingut de l'ensenyament (motivació dels alumnes, tractament de la diversitat, introducció de les noves tecnologies, promoció del treball en equip, etc.), i aquelles qüestions *específiques* que necessàriament fan referència a la matèria ensenyada (en el cas de les matemàtiques: com ensenyar les fraccions i els nombres decimals, com introduir les equacions de primer grau, com justificar el càlcul de límits de funcions, etc.). A més, com veurem més endavant, la cultura escolar tendeix a reduir aquestes últimes a aquelles que fan referència a àmbits «petits» de la matemàtica ensenyada que gairebé mai no van més enllà del tractament d'una noció, un tema o un tipus de problemes. En efecte, no se sol situar dins la problemàtica del professor de matemàtiques aquelles qüestions que involucren la matemàtica com un tot o alguna de les seves àrees (àlgebra, estadística, geometria, càlcul, etc.), com si l'organització de la matemàtica més enllà de l'aula estigués fora de la responsabilitat del professor.

Quan portem a l'extrem la separació entre qüestions genèriques i específiques, ens apropem al punt de vista dominant sobre la for-

mació del professorat, amb el suport de la ideologia que anomenarem «generalisme pedagògic». La resposta pedagògica al problema de la formació es basa també en una *separació radical* entre *fer* matemàtiques i *ensenyar* matemàtiques, la qual cosa no fa més que agreujar i perpetuar la distància creixent entre la comunitat que *ensenyar matemàtiques* (als nivells no universitaris) i la que *genera i aplica les matemàtiques*.<sup>10</sup> Aquesta separació està recolzada per una epistemologia ingènua de les matemàtiques i pel mite de la dissociació entre el *contingut* de l'ensenyament i la *manera* d'ensenyar, considerada com a independent del contingut que s'ensenyar.<sup>11</sup> Es considera, per tant, que la formació del professorat hauria de comportar dos blocs independents: d'una banda, una formació disciplinària i, d'altra banda, una formació comuna que proporcionaria a tots els futurs professors els *principis generals* necessaris per dissenyar i gestionar qualsevol procés d'ensenyament, tant si es tracta d'ensenyar música, literatura, anglès, filosofia o matemàtiques. En aquesta visió de la formació, es confia al futur professor la responsabilitat d'«especificar» els mecanismes genèrics de l'ensenyament universal al contingut particular que ha d'ensenyar.

En clara divergència respecte del generalisme pedagògic, postulem el caràcter unitari de la problemàtica docent del professor de matemàtiques. Volem així subratllar la necessitat ineludible d'estudiar transversalment les qüestions que conformen l'esmentada problemàtica, incloent des dels àmbits més genèrics (socials, culturals i escolars) als més específics. A continuació descriurem molt breument algunes qüestions que formen part clarament de la problemàtica docent, una de més genèrica i dues de més específiques, per tal de posar de manifest aquesta unitat.

Entre les *qüestions que poden enunciar-se sense fer referència a les matemàtiques*, en citarem només una ja esmentada i potser la més pa-

<sup>9</sup>Hutmacher (2003) és una bona il·lustració del tractament del problema educatiu en termes de «competències». Aquest tractament es basa implícitament en el caràcter suposadament transparent (i, com a tal, poc discutible, poc democràtic i científic) d'aquesta manera de classificar els objectius de l'ensenyament, completament «asèptica» respecte de les tradicions de coneixement.

<sup>10</sup>En Gascón (2002) s'analitza la resposta pedagògica al problema de l'Educació Matemàtica.

<sup>11</sup>En contra d'aquest mite que dissocia «contingut i forma de transmissió» caldria recordar que les matemàtiques, com la majoria de sabers, sorgeixen, s'elaboren i es desenvolupen al mateix temps que es difonen, i que l'instrument essencial per l'estudi de les matemàtiques són les pròpies matemàtiques perquè les matemàtiques es reorganitzen a si mateixes.

radigmàtica: «com motivar els alumnes per millorar la seva actitud davant l'estudi?» És fàcil mostrar que es tracta d'una qüestió profundament arrelada al paper que la societat atorga efectivament a l'escola i a l'absència d'una raó socialment compartida que doni actualment sentit a l'escola com a institució.<sup>12</sup> En aquest sentit, és una qüestió que no afecta només l'ensenyament de les matemàtiques sinó el de totes les matèries. Pot semblar llavors que té sentit voler abordar aquesta qüestió sense fer cap referència als àmbits més específics.

Tanmateix, si superant totes les restriccions socials i culturals, l'escola és capaç de preservar un àmbit en el quals els alumnes s'obrin a «l'estudi», llavors serà sempre a l'estudi d'alguna qüestió concreta, necessàriament vinculada a alguna tradició de coneixement. L'actitud davant l'estudi serà, per tant, l'actitud davant l'estudi de certes qüestions concretes i davant del conjunt de sabers que permeten construir-ne les respostes. No podem ensenyar l'alumne a «estudiar» en general, perquè *no existeixen qüestions sense contingut*, de la mateixa manera que no podem construir la forma d'un objecte sense la seva matèria.<sup>13</sup> És doncs només a partir de l'àmbit específic on el sistema escolar, i el professor com a agent d'aquest sistema, poden incidir positivament o negativament sobre l'actitud de l'estudiant.

De fet, totes les qüestions genèriques de la problemàtica docent estan fortament condicionades per factors que provenen dels àmbits específics, és a dir, dels àmbits que fan referència al contingut de les qüestions que s'estudien a l'escola i a l'organització escolar d'aquest estudi. Per exemple, en el cas de les matemàtiques, la falta de motivació no pot desvincular-se de l'absència d'un ensenyament orientat a l'estudi de qüestions problemàtiques «vives» per als estudiants. Aquesta orientació no és trivial: requereix una nova organització curricular dels continguts i, en particular, un «mestissatge» de les matemàtiques amb altres disciplines per tal de poder donar resposta a unes qüestions que són, per natura, heterogènies des del punt de

vista disciplinar. Assistim, en canvi, al triomf de l'orientació «lúdica» de les matemàtiques, que és en el fons una nova manera d'ignorar les qüestions «vives» que se'ns plantegen avui dia en la vida en societat.

Situem-nos ara a l'àmbit més específic de la problemàtica docent, el de les qüestions que es refereixen a un àmbit reduït del currículum de matemàtiques com, per exemple, la introducció de les fraccions i dels nombres decimals, o el de la justificació del càlcul de límits de funcions, per considerar dos exemples d'àmbits educatius diferents. En el primer exemple, els problemes que ha de resoldre el professor en el dia a dia de l'aula són del tipus següent: com introduir les fraccions: com a mesura fraccionària, com a operador o com a relació entre magnituds contínues? Quina definició és la més efectiva per donar sentit a les operacions? Quines dificultats comporta cada manera d'ensenyar-les i com es poden pal·liar? etc. Nombroses investigacions<sup>14</sup> han posat de manifest que aquestes qüestions només es poden abordar si, sortint de l'àmbit puntual on es plantegen, es reformulen com a problemes didàctics més amplis relatius per exemple a la raó de ser de la construcció escolar dels racionals (perquè calen nous nombres?), a la relació entre el sistema de numeració i la mesura de magnituds i, de manera més àmplia, a la relació entre les matemàtiques amb el món extramatemàtic que aquestes es proposen modelitzar. En el cas de la justificació del càlcul de límits de funcions al batxillerat, també es pot mostrar que el problema del professor no té una solució dins de l'aula: és tot l'ensenyament del càlcul el que l'ensenyament dels límits posa en qüestió i, molt especialment, la importació a l'escola de problemàtiques i teories (relatives a la fonamentació de la noció de límit i de nombre real) que no responen a les necessitats creades per la pràctica matemàtica dels alumnes.<sup>15</sup> La solució d'aquest problema didàctic no rau en la millora de la pràctica del professor, ni tan sols en el tipus de matèria matemàtica que s'ha de posar a disposició dels alumnes, sinó en l'esforç de tota la comunitat educativa —i molt especialment de la comunitat matemàtica— per

<sup>12</sup>Veure Postman (1995).

<sup>13</sup>Per a una crítica més detallada de la consigna pedagògica de l'«aprendre a aprendre», remetem el lector a l'article de Salvador Cardús aparegut al diari Avui (Cardús, 2004).

<sup>14</sup>Sens dubte el treball més complet sobre la didàctica dels nombres decimals és el que va dirigir Guy Brousseau a principis dels anys vuitanta. Per a una compilació d'aquests treballs, veure Brousseau (1998).

<sup>15</sup>Veure, per exemple, Artigue (2003) i Barbé *et al.* (2005).

«trencar» amb la lògica d'un ensenyament que continua governat per la tradició i el «monumentalisme».

### 3. La funció de la didàctica de les matemàtiques i la responsabilitat de la comunitat matemàtica en la formació del professorat

El pes creixent del generalisme pedagògic provoca que es vagi imposant cada cop més la convicció que el problema de l'ensenyament de les matemàtiques *no és responsabilitat dels matemàtics*. Aquests «fabricarien» els continguts, però no tindrien gaire a dir pel que fa a la seva *manera* de transmissió. Així, es busquen fora de les matemàtiques les explicacions de les dificultats que apareixen en el seu ensenyament i aprenentatge, ja sigui en la falta de motivació dels alumnes o en una metodologia docent excessivament «transmissora».<sup>16</sup>

En coherència amb aquest punt de vista, i com ja hem comentat anteriorment, el tipus de formació que s'ofereix als futurs professors separa, com si es tractés de dos dominis independents, les *matemàtiques* i l'*ensenyament*. Després de rebre una formació matemàtica determinada (i normalment poc orientada a les necessitats matemàtiques de l'ensenyament), el futur professor s'enfronta a un conjunt de coneixements psicològics, pedagògics, sociològics i didàctics completament desconnectats entre si. S'ofereix així una *amalgama d'enfocaments i de teories independents*, amb l'agreujant que la seva integració i utilització es deixa a càrrec del professor.<sup>17</sup> L'eficàcia d'aquesta formació per ajudar els futurs professors a respondre els problemes docents és més que dubtosa, atès que la manca d'elements unificadors situa l'*experiència professional* pura com a criteri últim per avaluar les respostes a la problemàtica docent. De fet, s'està considerant que la millor formació que es pot proposar al futur professor és la que *ell mateix pot adquirir sobre el terreny* (Brousseau, 1989).

<sup>16</sup>Es deixa de costat el matemàtic professor, prescindint de la seva capacitat, com a matemàtic, per detectar i analitzar les dificultats dels seus alumnes i proposar solucions i millores. No considerem gaire agosarat afirmar que estem vivint un procés històric en el qual s'està usurpant a les comunitats constituïdes entorn dels diferents àmbits de saber (i, en particular, de la comunitat matemàtica) la responsabilitat de protagonitzar la promoció i difusió social dels sabers.

<sup>17</sup>Aquest tipus de formació reforça la visió sobre el seu ofici que la societat imposa al professor de matemàtiques de secundària en escindir la professió en dos pols: les matemàtiques i l'ensenyament. La tensió entre aquests dos pols definitoris de la professió docent no ha estat mai ben resolta i constitueix un dels trets característics dels professors de matemàtiques de secundària.

<sup>18</sup>Sobre la responsabilitat limitada del professor de matemàtiques i el fenomen de l'autisme temàtic, veure Chevallard (2001) i Gascón (2003).

En direcció oposada, la didàctica de les matemàtiques es constitueix com a disciplina científica amb l'objectiu de fer-se càrrec, de manera integrada, del *fer* i de l'*ensenyar* matemàtiques, és a dir, de les *condicions (específiques) que fan possible la construcció i la difusió dels coneixements matemàtics útils per als homes i les seves societats* (Brousseau 1998). Com a tal, la didàctica té la vocació d'ocupar-se de totes les qüestions que sorgeixen en el desenvolupament del sistema d'ensenyament de les matemàtiques, incloent, com un aspecte particular, la problemàtica docent.

Quin és el mecanisme que permet a la didàctica de les matemàtiques integrar la problemàtica docent? Hem considerat fins ara qüestions de la problemàtica docent molt genèriques i també d'altres molt específiques, per il·lustrar en quin sentit unes i altres no es poden abordar sense sortir de l'àmbit genèric/específic on es plantegen. Hi ha però un nivell *intermedi* que queda sovint fora de consideració perquè ni correspon al grau de generalitat necessari per ser adoptat com a problema pedagògic o escolar, ni és suficientment específic com per caure sota la (limitada) esfera de responsabilitat que l'escola atorga al professor de matemàtiques.<sup>18</sup> Aquest nivell inclou qualsevol qüestionament que faci referència a les matemàtiques com a disciplina i a la seva funció social, així com a les diferents àrees i sectors en què aquesta es compartimenta a l'escola.

Quines són aquestes qüestions? No pretenem de cap manera proposar una llista exhaustiva de les esmentades qüestions problemàtiques intermèdies. Però creiem que és important presentar-ne algunes a títol il·lustratiu, per tal de suggerir el tipus d'anàlisi que requereixen, el paper que hi té la didàctica de les matemàtiques i, en particular, l'especificitat matemàtica del seu tractament. Aquestes qüestions prefiguren la nostra proposta de programa

de formació del professorat de matemàtiques on, com era de preveure, la didàctica de les matemàtiques apareix com l'instrument fonamental per a l'estudi i l'elaboració de respostes efectives —tant teòriques com pràctiques— a la problemàtica del professor.<sup>19</sup>

- *La necessitat d'un model epistemològic explícit per descriure les matemàtiques.* La professió de professor comporta la necessitat constant de parlar, descriure, interpretar, organitzar, desenvolupar i avaluar les matemàtiques que s'ensenyen. Quins termes, quines categories i quin llenguatge són els més adequats? És útil, per exemple, parlar de continguts «conceptuals», «procedimentals» i «actitudinals»? Fins a quin punt l'epistemologia del professor està determinada pel model epistemològic dominant en la institució escolar i, alhora, en quina mesura aquest model determina les possibles maneres d'ensenyar i aprendre matemàtiques en aquesta institució?
  - *Les matemàtiques i el món extramatemàtic, o la matematització de la realitat.* Com integrar dins la matemàtica escolar les aplicacions pràctiques que requereixen un vincle estret entre les matemàtiques i el món no-matemàtic? Quines nocions són necessàries per pensar matemàticament la realitat no-matemàtica? Per exemple, com matematitzar les nocions de *magnitud* i *unitat* per poder elaborar una *àlgebra de les magnituds* sense la qual una gran part de les utilitzacions pràctiques de les matemàtiques esdevé pròpiament impossible? Quines limitacions té aquesta matematització? En quin sentit la geometria és una matematització de l'espai físic i l'estadística i la probabilitat ho són de la «variabilitat»? etc.
  - *Quines matemàtiques s'han d'ensenyar a l'ESO? I al batxillerat?* Si recuperem la dialèctica entre qüestions i respostes que generen tot procés de formació, el problema curricular esdevé el problema de la tria de les qüestions que s'han d'estudiar a l'escola i de les possibles maneres d'organitzar aquest estudi (incloent-hi el paper conjunt de les diferents disciplines). Quines qüestions i quin tipus de respostes no poden estar absents de
- l'escolaritat obligatòria? Quines han de facilitar l'accés a estudis posteriors? És evident que, amb el temps, aquestes qüestions canvien i, amb aquestes, les necessitats matemàtiques i didàctiques de la societat.
  - *El caràcter experimental de l'activitat matemàtica escolar.* Quin ha de ser el paper de l'experimentació en l'activitat matemàtica escolar? És possible ensenyar els alumnes a construir, utilitzar i avaluar models matemàtics? Com s'ha de relacionar aquesta activitat amb la resolució de problemes? I amb la demostració? La modelització s'ha de considerar com una aplicació de les matemàtiques prèviament ensenyades? O bé s'ha de partir de problemes físics, econòmics, socials, etc. i introduir les matemàtiques com a models per fer front a aquests problemes? Quin paper tenen (o podrien tenir) les TIC en aquest treball experimental?
  - *L'arbitrarietat de l'organització curricular de les matemàtiques.* A què respon l'actual compartimentació del currículum de secundària en blocs temàtics? Fins a quin punt aquesta compartimentació pot esdevenir un obstacle didàctic, per exemple quan s'han de combinar coneixements i tècniques de diferents sectors? L'àlgebra elemental pot estar a un nivell equivalent al de l'estudi dels nombres o al de la geometria? On situar llavors la modelització algebraica del camp numèric o de la geometria del pla? Com integrar l'àlgebra elemental com a eina d'estudi de les relacions funcionals? Per exemple, com vincular la proporcionalitat (reclosa al bloc dels nombres i mesura) amb la resta de relacions funcionals entre magnituds?
  - *La necessitat de nous dispositius didàctics per ensenyar matemàtiques.* Antigament, la funció del professor de matemàtiques d'ensenyament secundari consistia essencialment en *presentar* a l'alumne el conjunt de coneixements matemàtics que aquest havia d'estudiar *pels seus propis mitjans*. Això no plantejava massa problemes en la mesura que l'ensenyament secundari anava adreçat a una elit social i cultural dotada d'un saber-fer i d'una cultura didàctica apropiada o, en tot cas, seleccionada segons aquest criteri. Però

<sup>19</sup>Aquesta proposta és perfectament compatible amb la que fa Miguel Wilhelmi (2005) que proposa la inclusió de l'assignatura didàctica de les matemàtiques (com a disciplina científica) en el pla de formació del professorat de secundària.

les coses canvien quan l'ensenyament secundari es generalitza i esdevé parcialment obligatori. Els alumnes actuals estan molt desigualment preparats per identificar i satisfer per si mateixos les *necessitats didàctiques* que els planteja l'estudi de les matemàtiques. Com els pot ajudar el professor? Quines limitacions tenen els dispositius didàctics existents? Quins nous dispositius permetrien pal·liar aquestes necessitats didàctiques? Com fer que els alumnes, per si mateixos, duguin a terme activitats essencials per a l'estudi de les matemàtiques, com per exemple el plantejament de qüestions, l'exploració espontània de nous problemes, la producció de mitjans de validació de les respostes, la recerca d'informació externa, el desenvolupament del treball de la tècnica, etc.

Al costat d'aquesta reduïda mostra de problemes didàctics que fan referència a la matemàtica escolar com un tot, n'hi ha que s'especifiquen a determinats sectors de les matemàtiques i a la relació potencial entre aquests sectors i que també formen part del nivell intermedi de la problemàtica docent. La llista seria molt llarga i només en proposem alguns a títol d'exemple: Quines són les necessitats que provoquen les ampliacions successives del camp numèric? Com introduir l'àlgebra elemental a l'ESO? A partir de quin tipus de qüestionament? Com donar sentit al càlcul diferencial del batxillerat? Com integrar la geometria amb regla i compàs i la geometria analítica? Quin lloc ha d'ocupar l'estadística en la formació obligatòria? Quin lligam s'ha d'establir amb les altres àrees de les matemàtiques, per exemple l'àlgebra lineal? etc.

En definitiva veiem que, a més del seu caràcter unitari, la problemàtica docent del professor de matemàtiques de secundària té *un component irreductiblement matemàtic*. De fet, la comunitat matemàtica (considerada en un sentit ampli que integra tots els ensenyants de matemàtiques de tots els nivells educatius) és l'única que, en última instància, està legitimada per fer-se càrrec del control científic de mol-

tes de les respostes a les qüestions esmentades i, per tant, té una gran responsabilitat en la formació del professorat. Malauradament la *comunitat matemàtica nuclear* —formada pels investigadors en matemàtiques— s'ha desentès des de fa temps de la formació dels professors de matemàtiques dels diferents nivells educatius. Una de les conseqüències d'aquest abandó és la desaparició quasi absoluta dels continguts matemàtics dels plans d'estudi de les escoles de formació de mestres, on les assignatures de didàctica de les matemàtiques només ocupen com a màxim un 8% de la càrrega lectiva global (Blanco, 2001). I tot sembla indicar que ens encaminem cap a una formació inicial del professorat de matemàtiques de secundària de caire essencialment generalista.<sup>20</sup>

L'única alternativa és que la comunitat matemàtica assumeixi com a pròpia la *problemàtica didàctica* i, en particular, el problema de la formació del professorat. Altrament estarà recloent l'activitat matemàtica del professor a la seva actuació a l'aula, impedit-lo actuar als nivells intermedis que afecten el conjunt de la matemàtica escolar i als àmbits més genèrics relatius a les condicions socials i culturals que fan possible l'estudi de les matemàtiques a l'escola. Abandonar aquesta problemàtica i desentendre's del problema de la formació del professorat és negar als futurs professors la legitimitat per qüestionar les raons de ser dels coneixements matemàtics que s'ensenyen a l'escola i, el més important, és també negar-los les condicions necessàries per poder-hi aportar resposta.

## Referències

- ARTIGUE, M. «Learning and teaching analysis: What can we learn from the past in order to think about the future?». A: CORAY, D. [et al.] ed. *One Hundred Years of L'Enseignement Mathématique. Moments of Mathematics Education in the Twentieth Century*. Genève, 2003, 213–223.
- BARBÉ, Q.; BOSCH, M.; ESPINOZA, L.; GASCÓN, J. *Didactic restrictions on the teacher's practice. The case of limits of functions at Spanish Secondary High Schools*. Educational Studies in Mathematics 2005, [En premsa]

<sup>20</sup>En les propostes governamentals que hi ha hagut fins ara per substituir el CAP (Real Decreto sobre el «Título de Especialización Didáctica», congelat des de l'últim canvi de govern estatal), el període de formació «acadèmica» dels futurs professors conté més del 50% de crèdits psicopedagògics, és a dir, d'assignatures amb contingut independent de les matèries que els professors han d'impartir. Per entendre fins a quin punt es considera que la formació «generalista» és absolutament independent de la formació matemàtica, n'hi ha prou amb esmentar l'article 1.4 del Reial Decret que estableix que «los Maestros y Licenciados en Pedagogía están exceptuados de la exigencia del título de Especialización Didáctica». Cf. Gascón et al. (2004).

- BLANCO, L. J. «La Educación Matemática en los Planes de Estudio de Formación de Profesores de Primaria». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 4/2 (2001), 411–414.
- BROUSSEAU, G. *La tour de Babel*. Publications de l'IREM de Bordeaux, 1989.
- BROUSSEAU, G. *Théorie des situations didactiques: Didactique des mathématiques 1970-1990*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1998. [N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield, editors.]
- CARDÚS, S. «Aprender a aprender... què?» Avui (12 novembre 2004).
- CHEVALLARD, Y. *Sur l'inadéquation de la formation première des professeurs de mathématiques de l'enseignement secondaire français*. Text per a la conferència preparatòria de l'ICMI Study on the Teaching and Learning of Mathematics at University Level (Singapour, 8-12 décembre 1998) [Recuperat el 05/05/05 a [http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/textes/YC\\_1998\\_ICME.doc](http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/textes/YC_1998_ICME.doc)]
- CHEVALLARD, Y. *Aspectos problemáticos de la formación docente* [en línia]. XVI Jornadas del Seminario Interuniversitario de Investigación en Didáctica de las Matemáticas, Huesca, (2001). [Recuperat el 05/05/05 a [http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/textes/YC\\_2001-Osca.doc](http://www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/dfd/textes/YC_2001-Osca.doc)]
- CHEVALLARD, Y. *Didactique et formation des enseignants*. Comunicació a les Journées d'Études INRP-GÉDIAPS Vingt Ans de Recherche en Didactique de l'Éducation Physique et Sportive à l'INRP (1983-2003) (Paris, 20/03/2003).
- CHEVALLARD, Y.; BOSCH, M.; GASCÓN, J. *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona ICE (UB): Horsori, 1997.
- GASCÓN, J. «El problema de la Educación Matemática y la doble ruptura de la Didáctica de las Matemáticas». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 5/3 (2002), 673–698.
- GASCÓN, J. «Incidencia del «autismo temático» sobre el estudio de la Geometría en Secundaria». A: PALACIÁN, E. [ed.] *Aspectos didácticos de matemáticas*. Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza, 2003.
- GASCÓN, J.; MUÑOZ-LECANDA, M.; SALES, J.; SEGURA, R. *Matemáticas en secundaria y universidad: razones y sinrazones de un desencuentro*. Comunicació a les Xornadas sobre Educación Matemática (Santiago de Compostela, 16-18/09/2004). [Recuperat el 05/05/05 a [http://www.agapema.com/activ/act\\_formacion/SANTIAGO-PONENCIA.doc](http://www.agapema.com/activ/act_formacion/SANTIAGO-PONENCIA.doc) ]
- HUTMACHER, W. *Definició de les competències bàsiques. La situació a Europa*. Congrés de competències bàsiques. Barcelona, 26 i 27 de juny de 2003. [Recuperat el 05/05/05 a [http://www.gencat.net/educacio/csda/actuacions/congres\\_comp/pdf/conferencia2.pdf](http://www.gencat.net/educacio/csda/actuacions/congres_comp/pdf/conferencia2.pdf) ]
- POSTMAN, N. *Fi de l'educació. Una redefinició del valor de l'escola*. Vic: Eumo, 2000.
- WILHELMI, M. R. «Papel de la didáctica de las matemáticas en la formación de profesores de secundaria». *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 8/1 (2005), 159–179.

Marianna Bosch, URL  
Josep Gascón, UAB

## La formació del professorat de matemàtiques

En aquest article s'han intentat recollir aspectes tractats per diferents col·lectius d'educadors de matemàtiques sobre la formació del professorat de matemàtiques. Es pot localitzar més informació al núm. 19 de BIAIX, revista de la FEEMCAT (Federació d'Entitats d'Ensenyants de Matemàtiques de Catalunya) i a l'Informe sobre el «Libro Verde» confeccionat pel MEC, realitzat per la FESPM (Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas). Cal esmentar d'entrada que cap millora en l'educació matemàtica és possible sense tenir en compte als professors.

### Eixos de la formació

Al meu entendre, una completa i adequada formació inicial i contínua dels educadors matemàtics requereix el concurs de quatre eixos en el disseny de les accions formatives: Continguts, Innovació, Didàctica i Modelització.

L'eix de *Continguts* inclou el tractament de les matemàtiques elementals «des d'un punt de vista superior» (d'acord amb les visions de Fèlix Klein, Pere Puig Adam i Julio Rey Pastor) completaria la formació inicial dels professors de matemàtiques procedents de diferents currículums inicials. Aportaria pràctiques d'ús